

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-244322

(43)Date of publication of application : 28.09.1989

(51)Int.Cl.

G01L 3/10  
B62D 5/04

(21)Application number : 63-072269

(22)Date of filing : 25.03.1988

(71)Applicant : KOYO SEIKO CO LTD

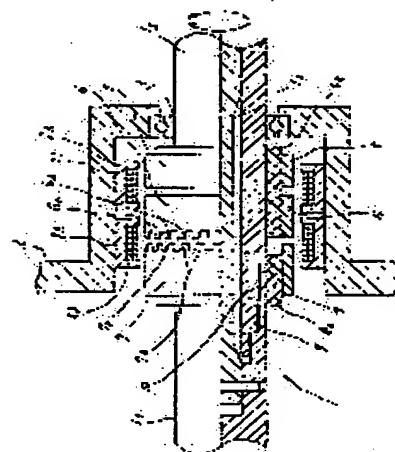
(72)Inventor : TANIGUCHI MANABU  
NAGANO EISHIN  
OMICHI TOSHIHIKO  
KURAMOTO ISAO

## (54) TORQUE SENSOR

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To improve sensitivity, by fixing magnetic cylinders to two shafts which are linked with a torsion bar, and regulating the rotating ranges of both shafts so that the gear teeth of gear parts provided at facing surfaces of both cylinders do not become complete facing patterns or complete non-facing patterns.

**CONSTITUTION:** A shaft 1a which is attached to a steering wheel and a shaft 1c which is attached to a steering mechanism are coaxially linked with a torsion bar 1b and rotatably supported on a case 2. Magnetic cylinders 5, 6 and 7 are fixed to the shafts 1a and 1c through nonmagnetic sleeves 4a and 4b. Gear teeth 6a and 7a and notches 6b and 7b are formed at the facing end surfaces of the cylinders 6 and 7. When torque does not act on the torsion bar 1b, one half of the width of each of the teeth 6a and 7a faces the other. The relative rotating ranges of the shafts 1a and 1c are regulated so that the teeth 6a and 7a do not have a complete facing pattern or a complete non-facing pattern. Then, the output of a detecting coil 23 is changed approximately linearly in correspondence with the rotary displacements of the shafts 1a and 1c. Therefore, the torque can be detected highly sensitively. There is no sensitivity difference with respect to rotating directions.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

特公平7-21433

(24)(44)公告日 平成7年(1995)3月8日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
 G 0 1 L 3/10  
 B 6 2 D 5/04

識別記号 F  
 庁内整理番号 9034-3D

F I

技術表示箇所

請求項の数1 (全6頁)

(21)出願番号 特願昭63-72269  
 (22)出願日 昭和63年(1988)3月25日  
 (65)公開番号 特開平1-244322  
 (43)公開日 平成1年(1989)9月28日

(71)出願人 99999999  
 光洋精工株式会社  
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号  
 (72)発明者 谷口 学  
 大阪府大阪市南区鶴谷西之町2番地 光洋  
 精工株式会社内  
 (72)発明者 永野 英信  
 大阪府大阪市南区鶴谷西之町2番地 光洋  
 精工株式会社内  
 (72)発明者 大道 俊彦  
 大阪府大阪市南区鶴谷西之町2番地 光洋  
 精工株式会社内  
 (74)代理人 弁理士 河野 登夫  
 審査官 治田 義孝

最終頁に続く

(54)【発明の名称】トルクセンサ

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】トーションバーを介して連結された2つの軸の一方に固設され、磁気抵抗の状態を不变にしている磁性体製の第1、第2の円筒と、前記軸の他方に固設され前記両軸の相対的回転により前記第2の円筒と磁気抵抗の状態を可変にしている磁性体製の第3の円筒と、前記第1、第2の円筒と磁気回路を構成すべく配置され、その内周に形成された周設溝に第1のコイルを巻回した磁性体製の第1の筒体と、前記第2、第3の円筒と磁気回路を構成すべく配置され、その内周に形成された周設溝に第2のコイルを巻回した磁性体製の第2の筒体とを備え、前記第2、第3夫々の円筒の対向する軸端縁に多数の切欠部を設けて歯部を周方向に形成しているトルクセンサであって、前記歯部の歯幅を切欠部の幅より狭くしており、前記ト

2

ーションバーにトルクが作用していない場合は、両円筒の歯部の歯幅の略1/2の部分が互いに対向し、前記軸は、両円筒の歯部が完全に対向、非対向となる状態を含まない回転範囲に規制してあることを特徴とするトルクセンサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【産業上の利用分野】

本発明はトルクセンサに関し、更に詳述すればトルクを高感度に検出できるトルクセンサを提案するものである。

## 【従来の技術】

自動車の操舵輪を操作する力を補助するパワーステアリング装置として電動式のものが開発されつつある。これは操舵輪に加えられたトルクを検出し、その検出トルクに応じて、操舵機構に設けている電動機を駆動して操舵

機構を駆動する力を補助する構造となっている。

第7図は歯部の対向面積の変化に基づきトルクを検出するトルクセンサの構造を示す半截断面図である。入力軸1は、図示しない操舵輪を取付けている上部軸1aと、操舵機構が取付けられている下部軸1cとをトーションバー1bを介して同軸的に連結しており、上部軸1aは車体に取付ける筒状のケース2に軸受3を介して回転自在に支持されている。上部軸1aの下端部(図面左側)には非磁性体の第1スリープ4aを外嵌固着し、その外周に磁性体の第1、第2の円筒5、6を軸方向に適長離隔して外嵌固着してある。

第1の円筒5は上下端縁が入力軸1の軸心に垂直な平面となっている。第2の円筒6は第1の円筒5と対向する上端縁が円筒5の下端縁と平行して対向しており、下端縁には短形状の多数の歯部6a、6a…を等ピッチで周方向に形成している。

この歯部6aの歯幅寸法は、歯部6a、6a間の切欠部6bの幅寸法に略等しく選定されている。

下部軸1cの上端部(図面右側)には非磁性体の第2スリープ4bを外嵌固着し、その外周に磁性体の第3の円筒7を外嵌固着してある。この円筒7の上端縁には、円筒6に形成した歯部6aと同一幅、同一形状、同ピッチとした多数の歯部7a、7a…を形成している。そしてこれらの円筒6、7の歯部6a、7aは、トーションバー1bにトルクが作用していない場合には、歯幅の適宜長さ部分で対向している。

ケース2の内側には断面コ字状をしており内フランジを有する磁性体の筒体8A、8Bを内嵌固着してある。この筒体8Aは前記円筒5、6に跨る長さ寸法を有し、その軸長方向中央部を円筒5、6の対向位置とし、また筒体8Bは前記筒体6、7に跨る長さ寸法を有し、その軸長方向中央部を円筒6、7の対向位置として配設されている。筒体8A、8Bにはその周方向に沿って夫々温度補償コイル21、磁気結合検出コイル23を巻回している。これらの温度補償コイル21、磁気結合検出コイル23は図示しない発振器に接続することにより筒体8Aは円筒5、6と、筒体8Bは円筒6、7と夫々磁気回路を構成する。

そして、磁気結合検出コイル23には円筒6の歯部6aと円筒7の歯部7aとの対向面積、つまり磁気結合状態に相応する電圧を誘起する。そのため、上部軸1aを回転させてトーションバー1bが振じれると、円筒6の歯部6aと円筒7の歯部7aとの対向面積が変化して、磁気結合検出コイル23に誘起した電圧からトーションバー1bに作用したトルクを検出することになる。

ところで磁気結合検出コイル23に誘起する電圧の大きさは、第8図に示すように円筒6と7との相対回転角度によって変わる。つまり、円筒6の歯部6aと円筒7の歯部7aとが非対向である相対回転角度Pにおいて誘起する電圧はV<sub>s</sub>で最小となる。また歯部6aと7aとが歯幅の1/2の部分で対向している相対回転角度Rにおいて誘起する電

圧はV<sub>t</sub>となり更に、歯部6aと7aとが完全に対向している相対回転角度Tにおいて誘起する電圧はV<sub>r</sub>で最大となる。また相対回転角度Q、Sにおいて誘起する夫々の電圧は前記電圧V<sub>s</sub>の大きさより若干大きいV<sub>t</sub>とV<sub>r</sub>の大きさより若干小さいV<sub>s</sub>となる。このように円筒の相対回転角度に対応して、磁気結合検出コイル23に誘起する電圧の大きさが正弦波状に変化して、相対回転角度により電圧の変化率が異なる。

#### 〔発明が解決しようとする課題〕

10 前述したように従来のトルクセンサは、円筒6、7の相対回転角度に関連して磁気結合検出コイル23に誘起する電圧によりトルクが検出される。しかし、磁気結合検出コイル23に誘起する電圧は、円筒6の歯部6aと円筒7の歯部7aとが対向しない状態又は完全に対向した状態になる近傍の相対回転角度においては、第8図に示すように磁気結合検出コイル23の誘起電圧特性が湾曲していて磁気結合検出コイル23に誘起する電圧の変化率が少なく、かつ直線性が悪くなる。したがって、トルクセンサを構成した場合に、その個々について円筒6の歯部6aと円筒7の歯部7aとの対向状態が異なると、同じ相対回転角度であっても磁気結合検出コイル23に誘起する電圧の変化率がトルクセンサ個々について異なり検出感度がばらつく。また、相対回転角度により磁気結合検出コイル23に誘起する電圧の変化率が異なつてトルクを常に高感度に検出できず、かつ左右差が大きくなり操舵フィーリングが悪くなるという問題がある。本発明は前述した問題に鑑み、磁気結合検出コイルに誘起する電圧の変化率が大きくしかも安定して得られ、トルクが高感度に検出でき、かつ左右差がなく操舵フィーリングの良いトルクセンサを提供することを目的とする。

#### 〔課題を解決するための手段〕

本発明に係るトルクセンサは、トーションバーを介して連結された2つの軸の一方に固設され、磁気抵抗の状態を不变にしている磁性体製の第1、第2の円筒と、前記軸他方に固設され前記両軸の相対的回転により前記第2の円筒と磁気抵抗の状態を可変にしている磁性体製の第3の円筒と、前記第1、第2の円筒と磁気回路を構成すべく配置され、その内周に形成された周設溝に第1のコイル40を巻回した磁性体製の第1の筒体と、前記第2、第3の円筒と磁気回路を構成すべく配置され、その内周に形成された周設溝に第2のコイルを巻回した磁性体製の第2の筒体とを備え、前記第2、第3夫々の円筒の対向する軸端縁に多数の切欠部を設けて歯部を周方向に形成しているトルクセンサであって、前記歯部の歯幅を切欠部の幅より狭くしており、前記トーションバーにトルクが作用していない場合は、両円筒の歯部の歯幅の略1/2の部分が互いに対向し、前記軸は、両円筒の歯部が完全に対向、非対向となる状態を含まない回転範囲に規制してあることを特徴とする。

## 〔作用〕

夫々の軸に固設されて対向している円筒の歯部は、トーションバーにトルクが作用していない場合、歯幅の略1/2の部分で相互に対向する。円筒を取付けている軸は、両円筒の歯部が完全に対向、非対向となる状態を含まない回転範囲で回転する。また、磁気抵抗の状態が不变の第1, 第2の円筒で構成される磁気回路に設けている第1のコイルの出力により、検出トルクを温度補償する。

これにより、磁気結合検出コイルに誘起する電圧の変化率を常に大きく、かつ左右差なく出力できる。また、検出トルクを温度補償してトルクを高精度に検出できる。

## 〔実施例〕

以下本発明をその実施例を示す図面によって詳述する。第1図は本発明に係るトルクセンサの構造を示す半断面図である。入力軸1は図示しない操舵輪を取付けている上部軸1aと、図示しない操舵機構が取付けられている下部軸1cとをトーションバー1bを介して同軸的に連結しており、上部軸1aは車体に取付ける筒状のケース2に軸受3を介して回転自在に支持されている。上部軸1aの下端部(図面左側)には非磁性体の第1スリーブ4aを外嵌固着し、その外周に磁性体からなる第1, 第2の円筒5, 6を軸方向に適長離隔して外嵌固着してある。

第1の円筒5は上下端縁が入力軸1の軸心に垂直な平面となっている。第2の円筒6は第1の円筒5と対向する上端縁が円筒5の下端縁と平行して対向しており、下端縁には矩形で同一高さの多数の歯部6a, 6a…を周方向に等ピッチで形成している。この歯部6aの歯幅寸法は歯部6a, 6a間の切欠部6bの幅寸法より僅かに狭く選定されている。

下部軸1cの上端部(図面右側)には非磁性体の第2スリーブ4bを外嵌固着し、その外周に磁性体の第3の円筒7を外嵌固着してある。この円筒7の上端縁には、円筒6に形成した歯部6aと同一幅、同一形状であり、同一ピッチで多数の歯部7a, 7a…を形成している。そして、これらの円筒6, 7は、トーションバー1bにトルクが作用していない状態では、円筒6の歯部6aと円筒7の歯部7aとが、第2図(b)に示す如く歯幅寸法Wの略1/2の長さW/2部分で対向すべく円筒6, 7の夫々の周方向位置を定めている。

また、上部軸1aの下端から上端側へ適長離隔した位置の外周面に、幅の狭い直方体状のストッパ9を、その長さ方向を上部軸1aに平行させて突設させている。一方、下部軸1cの上端側内周面には、前記ストッパ9を係入できる深さを有し周方向に切欠いた弧状のストッパ案内溝10を形成している。このストッパ案内溝10の周方向長さは、円筒6又は7の歯部6a又は7aの歯幅寸法の半分の長さだけ上、下部軸1a, 1cが相対回転可能に選定されている。

そしてストッパ9はストッパ案内溝10に係入されており、ストッパ9がストッパ案内溝10の周方向終端部に当

接すると、上部軸1aと下部軸1cとの相対回転が阻止されるようになっている。

このように構成したトルクセンサは、トーションバー1bにトルクが作用していない場合には、第2図(b)に示すように、円筒6の歯部6aと円筒7の歯部7aとが、その歯幅Wの半分の長さW/2部分で互いに対向している。そして、その状態において磁気結合検出コイル23に誘起する電圧は第8図に示す相対回転角度Rにおける電圧V<sub>R</sub>となりトルクを検出しない。

10 さて、上部軸1aを第1図に示す実線矢符方向に回転させてストッパ9をストッパ案内溝10の周方向一側終端位置まで移動させた場合は、第2図(a)に示す如く歯部6aが矢符方向に移動して、歯部6aと7aとがその歯幅寸法Wの1/4の長さ寸法W/4の部分で対向することになる。そして、この状態において磁気結合検出コイル23に誘起する電圧は第8図の相対回転角度Qにおける電圧V<sub>Q</sub>となる。

一方、上部軸1aを第1図に示す破線矢符方向に回転させてストッパ9をストッパ案内溝10の周方向他側終端位置まで移動させた場合は、第2図(c)に示す如く歯部6a

20 が矢符方向に移動して、歯部6aと7aとがその歯幅寸法Wの3/4の長さ寸法3W/4部分で対向することになる。そして、この状態において磁気結合検出コイル23に誘起する電圧は第8図の相対回転角度Sにおける電圧V<sub>S</sub>となる。したがって、相対回転角度QからSまでの回転角度範囲、つまり歯部6a, 7aの歯幅の一部が互いに対向している状態での回転角度範囲においては、相対回転角度に對して磁気結合検出コイル23の誘起電圧が略直線的に変化し、電圧の変化率が大きく略一定となり高感度にトルクを検出できることになる。また、トーションバー1bに

30 トルクが作用していない場合に、円筒6, 7の歯部6a, 7aをその歯幅寸法Wの略1/2の長さ部分で対向させてトルクセンサを構成するから、個々のトルクセンサは同一の相対回転角度に対して、磁気結合検出コイルに誘起する電圧の大きさが同じになり、トルクの検出感度に差が生じないことになる。

第3図及び第4図はトルクセンサの他の実施例を示す要部略示図及びその電気回路図である。図示しない上部軸に外嵌固着している磁性体の円筒5, 6に跨がる寸法となっている磁性体の筒体8A内には、温度補償コイル21を巻回

40 している。また磁性体の円筒6, 7に跨がる寸法となっている磁性体の筒体8B内の外周側には第1の磁気結合検出コイル23aを、内周側には第2の磁気結合検出コイル23bを夫々巻回している。他の構造部分については第1図に示したトルクセンサと同様である。

一端を接地している発振器の他端は第1, 第2の差動增幅器12, 13の夫々の負入力端子-及び夫々の正入力端子+と接続され、また第1, 第2の差動增幅器12, 13の負入力端子-は第1, 第2の磁気結合検出コイル23a, 23bを介して接地されている。また第1, 第2の差動增幅器12, 13の正入力端子+は温度補償コイル21を介して接地されてい

る。

差動増幅器12, 13の出力端子12a, 13aは、第3の差動増幅器14の正、負入力端子+、-と各接続されている。差動増幅器14の出力端子は比較器15の一入力端子及び比較器16の他入力端子と接続されている。比較器15の他入力端子には正常動作範囲を定める基準電圧 $-V_1$ を入力しており、比較器16の一入力端子には正常動作範囲を定める基準電圧 $V_2$ を入力している。比較器15, 16の各出力端子はオア回路17の一、他入力端子と各接続されている。

次にこのトルクセンサの動作を説明する。発振器11の発振動作により温度補償コイル21及び第1, 第2の磁気結合検出コイル23a, 23bに発生した磁束は円筒5, 6及び6, 7に鎖交する。

ここで図示しない操舵輪を一側回転方向／又は他側回転方向へ回転させると、図示しないトーションバーが捩じれて円筒6が円筒7に対して相対的に回転し、円筒6の歯部6aと円筒7の歯部7aとの対向面積が増加／又は減少する。その結果、円筒6と7との磁気結合が大／又は小となり、第1, 第2の磁気結合検出コイル23a, 23bに誘起する電圧が大きく／又は小さくなる。これに対して円筒5と6との磁気結合は不变であるから、温度補償コイル21に誘起する電圧は一定となる。また差動増幅器13, 12の出力端子13a, 12aの出力X, Y、即ちセンサ出力は同一入力トルクに対して大きさが等しく、第5図に示すように、零点を通り相対回転角度、つまり入力トルクに相応して右上り又は右下りの直線 $L_1, L_2$ となる。なお、温度上昇により円筒5, 6及び円筒6, 7の磁気結合が変化した場合は温度補償コイル21に誘起する電圧により補償される。

前記入力トルクは、操舵輪によって加えた回転トルクによって定まるから、結局は差動増幅器13, 12の夫々の出力によりトルクを二重に検出できて、トルクセンサの信頼性を高め得る。

そしてこれらの差動増幅器13, 12の大きさが等しい出力は、差動増幅器14に入力されるから差動増幅器14の出力は零となり、その出力が比較器15, 16に入力される。比較器15, 16には基準電圧 $-V_1, V_2$ が入力されているから、比較器15, 16の出力は $-V_1, V_2$ となり、オア回路17の出力たる監視電圧 $MV$ は第6図に示す基準電圧 $V_1, V_2$ との範囲

内（斜線域外）となり、トルクセンサの故障を検知しない。

しかるに、磁気結合検出コイル23a, 23b又は温度補償コイル21のいずれかか例えは断線した場合には、差動増幅器12, 13の出力に大きな差が生じ、差動増幅器14の出力が零であった状態から大きい値に変化して、比較器15又は16の出力が大きくなり、オア回路17の監視電圧 $MV$ が第6図に示す斜線域に達して故障を検知することになり、これによってもトルクセンサの信頼性を高め得る。

したがって、このトルクセンサはトルクを二重に検出し、いずれか一方の磁気結合検出コイル23a, 23bが故障してもトルクを検出し得、またその故障を検出できて極めて信頼性が高いトルクセンサを提供できる。

なお、円筒6, 7の切欠部6b, 7bは矩形に限らず対称形であれば任意の形状とすることができます。

#### 【発明の効果】

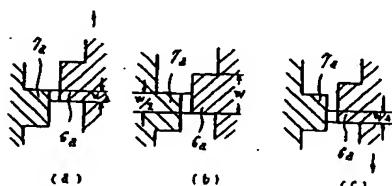
以上詳述したように本発明によれば、簡単な構造により磁気結合検出コイルに誘起する電圧を大きい変化率で安定に得ることができて、トルクを高感度に検出でき、かつ左右差がなく操舵フィーリングを良好になし得る。また磁気抵抗の状態が不变の磁気回路に設けている第1のコイルの出力により、検出トルクを温度補償できて、トルクを高精度に検出できるトルクセンサを提供できる優れた効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

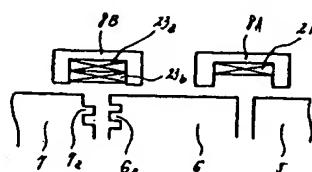
第1図は本発明に係るトルクセンサの半截断面図、第2図は歯部の対向状態を示す説明図、第3図は本発明の他の実施例を示す要部略示図、第4図はそのトルクセンサの電気回路の回路図、第5図は入力トルクとセンサ出力との関係を示す特性図、第6図は入力トルクと監視電圧との関係を示す特性図、第7図は歯部の対向面積の変化に基づきトルクを検出するトルクセンサの半截断面図、第8図は相対回転角度と磁気結合検出コイルの誘起電圧との関係を示す特性図である。

1a……上部軸、1b……トーションバー、1c……下部軸、5, 6, 7……円筒、6a, 7a……歯部、6b, 7b……切欠部、8A, 8B……筒体、21……温度補償コイル、23……磁気結合検出コイル

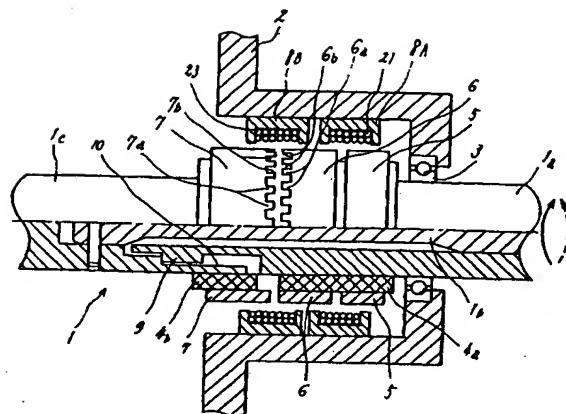
【第2図】



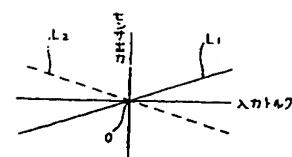
【第3図】



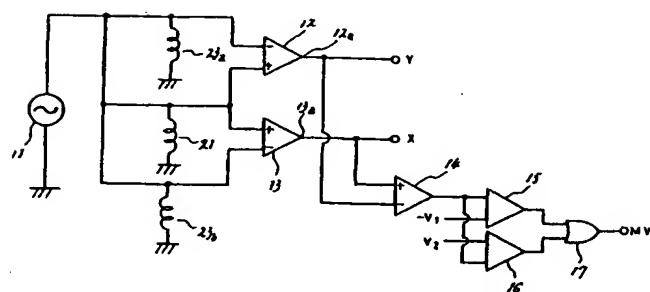
【第1図】



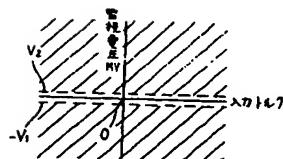
【第5図】



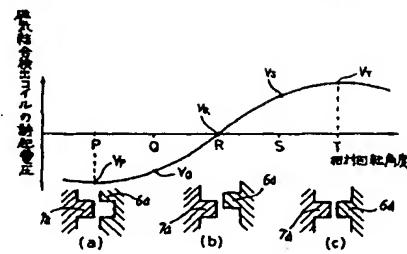
【第4図】



【第6図】



【第8図】



【第7図】

